

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ БОЙКА В МАШИНАХ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

П. М. АЛАБУЖЕВ, О. Д. АЛИМОВ

При исследовании любой машины, в том числе и машины ударного действия, с целью выявления оптимальных параметров основными сравнительными характеристиками являются производительность машины и ее экономичность.

Сравнение по этим характеристикам машин ударного действия, применяемых для добычи полезных ископаемых,—отбойных и бурильных молотков, может быть выражено через работу, произведенную за один удар, число ударов и энергию, подведенную к машине.

Однако эта на первый взгляд простая задача значительно усложняется тем, что отбойные, бурильные и другие ударные машины, применяемые в горной промышленности, работают в очень разнообразных условиях. При этом производительность машины в целом, а также работа, совершаемая за один удар, зависит от скорости разрушения, соотношения соударяемых масс бойка и инструмента, от целого ряда физико-механических свойств обрабатываемого материала, механизма разрушения и поэтому может быть определена только в том или ином конкретном случае.

Однако, чтобы создать работоспособную и высокопроизводительную машину ударного действия, необходимо заранее знать ее оптимальные параметры. Последние могут быть выявлены, в первую очередь, из исследования механизма разрушения горных пород при данном способе добычи и изучения процесса преобразования энергии в самой машине и инструменте.

С другой стороны, после изготовления машины необходимо убедиться в том, что машина удовлетворяет предъявляемым требованиям и, в первую очередь, развивает ли она необходимую энергию удара и необходимое число ударов в единицу времени. В том и другом случае приходится пользоваться специальными методами и устройствами. Определение числа ударов, как правило, не представляет больших затруднений, так как в настоящее время имеется значительное количество разнообразных тахометров, частотомеров и других приборов. Более сложно определить энергию бойка перед ударом.

В заводских испытаниях при сравнительной оценке ударных машин однотипной конструкции пользуются различными работомерами.

В литературе [1; 2; 3; 4; 5; 6] приводится описание работомеров для ударных машин, основанных:

- а) на деформации пластических материалов—свинцовых или медных крешеров (так называемые осаживающие работомеры);
- б) на деформации упругих элементов (пружин, пневматического буфера);
- в) на преодолении силы трения и др.

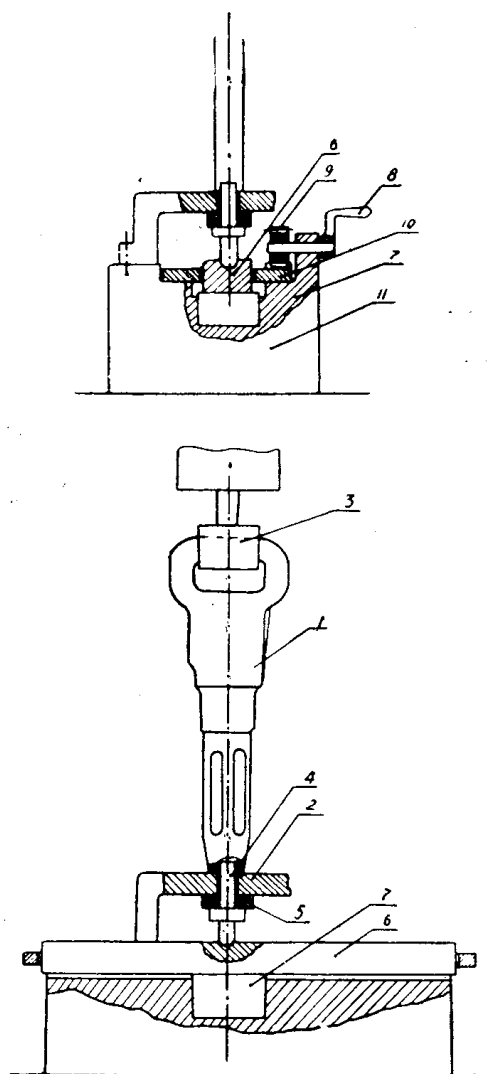
Тарировка указанных работомеров производится или эталонным молотком или ударами сбрасываемого груза, а порой даже статически.

Обладая в большинстве случаев достаточной простотой и производительностью, указанные работомеры в большинстве случаев определяют не

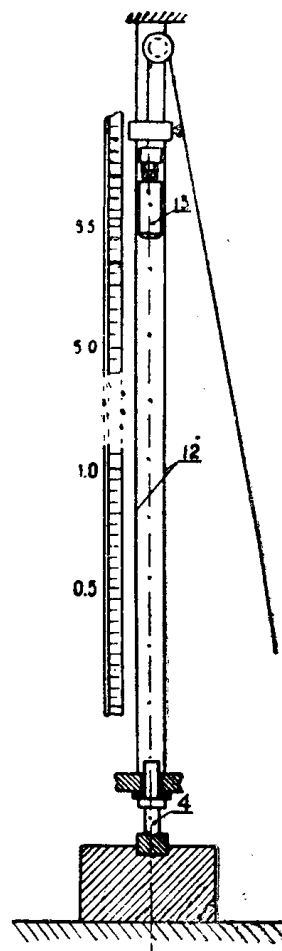
кинетическую энергию ударника, а лишь работу, идущую на ту или иную деформацию.

Ввиду этого значительный интерес представляет устройство, спроектированное и изготовленное Томским электромеханическим заводом (ТЭМЗ) для сравнительной оценки молотков одной и той же конструкции по кинетической энергии бояка перед ударом.

Установка представляет из себя копер, на котором производится испытание молотков и тарировка отпечатков (фиг. 1). При испытании молоток 1 устанавливается вертикально на подставку 2 и прижимается к ней пнев-



Фиг. 1



Фиг. 2

матическим прижимом 3. Пика молотка заменяется цилиндрическим стержнем—„оправкой“ 4, сферический конец которого при помощи резинового кольца (или пневматического прижима) 5 плотно прижимается к образцу из отоженной стали 6. Образец перемещается в направляющих, вделанных в массивное чугунное основание 11, при помощи рукоятки 8, зубчатого колеса 9, зубчатой рейки 10.

При работе молотка боек ударяет по стержню 4, который деформирует образец 6, оставляя на нем сферические отпечатки. Данные для пересчета диаметров отпечатков в килограмметры энергии удара получают в виде тарировочного графика зависимости диаметра отпечатков от высоты падения груза на копре (фиг. 2). Для этого на стержень 4 сбрасывают груз,

равный весу бойка с различных высот, направляющими для бойка служат четыре вертикально натянутых струны 12. Ввиду того, что как испытание, так и тарировка производятся в одних и тех же условиях, нет необходимости учитывать высоту отскока бойка, характер и условие деформации образца. Диаметр отпечатков служит лишь эталоном.

Однако и в данном методе, как и в работемерах, молоток работает специальным инструментом по стали. Как показали проведенные нами исследования, изменение деформируемого материала или инструмента в некоторых молотках приводит к существенному изменению режима работы машины, энергии удара и числа ударов. Так, например, электропневматический молоток, параметры которого обеспечивали устойчивую работу и значительную энергию удара при работе по стали, при разрушении горной породы работал неустойчиво, не развивал необходимой энергии удара. Поэтому этот метод может быть использован как ориентировочный.

И, наоборот, молоток, обеспечивающий высокую производительность при разрушении породы, давал посредственные результаты при работе по стали.

Поэтому наиболее важным разделом исследования ударных машин для горной промышленности является не только определение энергии удара, но и выявление характера процесса машины в условиях работы, близких к производственным. На основе анализа полученных таким образом данных можно более правильно оценить машину в целом, скорректировать регулирующий механизм, от которого зависит устойчивость рабочего процесса, производительность и экономичность машины.

В ЗСФАН СССР был разработан метод испытания пневматических отбойных молотков, основанный на теореме Суднишникова „О перемещении массы за время действия силы“ [4]. Сущность метода заключается в том, что в пневматическом молотке замеряют изменение давления по обе стороны бойка и величину перемещения бойка, а затем графо-аналитическим способом определяется характер движения бойка и скорость его перед ударом.

Данный метод довольно прост и точен, что дало возможность работникам ЗСФАНа и ТЭМЗа исследовать работу отбойных молотков в условиях, наиболее близких к эксплуатационным. В результате этой работы были сделаны нужные выводы для улучшения конструкций отбойных молотков для угольной промышленности. Однако, как отмечает и сам автор, данный метод можно применять только тогда, когда трение ударника о стенки цилиндра настолько мало, что его влияние не превосходит погрешности расчета и эксперимента, то есть для машин со свободным ударником при испытании их в вертикальном положении.

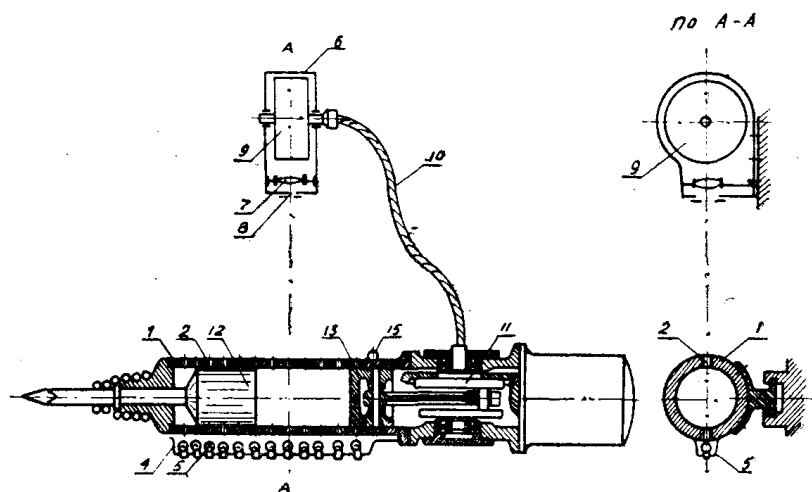
В бурильных молотках, где сопротивление движению ударника очень велико, этот способ не может дать достоверных результатов. При исследовании бурильных молотков в настоящее время применяют механические и механико-оптические способы, при этом запись перемещений осуществляется при помощи рычагов и спиц, соединенных жестко с бойком или поршнем. Этот очень простой способ для исследования тихоходных машин, например, кузнечных молотков, требует исключительной тщательности постановки эксперимента при исследовании быстроходных ударных машин, так как большие силы инерции, действующие в момент удара, часто приводят к разрушению записывающих устройств, а вибрации приводящих рычагов уменьшают точность записи. Задача еще более усложняется, если необходимо одновременно записать ход бойка, поршня и корпуса машины непосредственно при бурении.

С такой задачей мы и столкнулись при выполнении исследования электропневматического перфоратора.

После довольно длительных исканий был разработан и освоен при исследовании довольно простой оптический способ одновременной записи хода бойка поршня и перемещения корпуса машины.

Разработанный способ основан на просвечивании рабочего цилиндра машины и одновременно записи перемещения бойка, поршня и корпуса машины на фотографической пленке или бумаге.

Здесь на фиг. 3 показана схема записи хода бойка, поршня и корпуса машины на стенде для испытания электрического перфоратора (молотка) с воздушной связью между бойком и поршнем. Для просвечивания в стенках цилиндра 1 машины на длине, равной ходу всех подвижных частей, просверливаются сквозные отверстия 2. Число и диаметр отверстий опре-



Фиг. 3

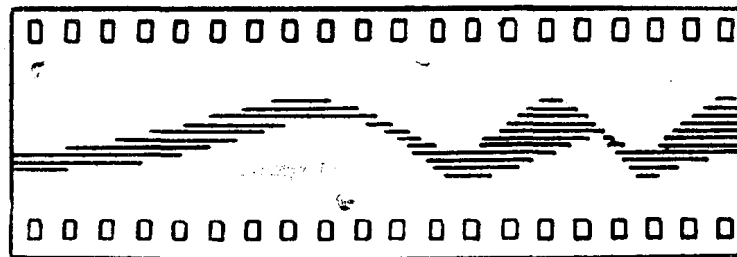
деляются необходимой точностью эксперимента. В отверстия на резьбе ввертываются пробки из прозрачного плексигласа. Применение для просвечивания отверстий с ввернутыми пробками из плексигласа, а не сплошной щели устраняет возможность больших утечек воздуха. С одной стороны к цилиндру прикрепляется рефлектор 4 с установленными вдоль цилиндра электрическими лампочками 5. С другой стороны цилиндра устанавливается прибор для фотографирования 6.

Прибор может устанавливаться неподвижно или перемещаться вместе с машиной. В первом случае записывается одновременно ход бойка, поршня и перемещение корпуса машины, во-втором только ход бойка и поршня.

Прибор для фотографирования 6 состоит из объектива 7, затвора 8 и барабана 9, на котором укрепляется фотографическая пленка. Для съемки может применяться и обыкновенный киносъемочный аппарат.

Привод барабана с пленкой может осуществляться или через редуктор от синхронного электромотора для записи по времени, или через гибкий валик 10 от кривошипа машины 11 для записи по углу поворота кривошипа в электромеханических машинах. Для записи хода бойка 12 поршня 13 включаются лампочки 4, подающие свет через ввертыши из плексигласа 2 в объектив 7 на перемещающуюся перпендикулярно оси цилиндра фотопленку. Боек и поршень при своем движении заслоняют и открывают отверстия, при этом на пленке засвечиваются прерывистые линии, характеризующие движение бойка и поршня. Изображение, полученное на пленке (фиг. 4), может быть увеличено до необходимых размеров. Путем обработки записей можно определить характер процесса в машине, скорость и ускорение подвижных частей в любой точке и, как частный случай, энергию бойка перед ударом.

Конечно, и данный способ не лишен недостатков: нарушается целостность цилиндра машины, требуется тщательная подготовка и проведение эксперимента. Но при этом мы получаем более близкую к действительности картину протекания рабочего процесса в машине непосредственно



Фиг. 4

при бурении. Указанный способ может быть использован для исследований и заводских испытаний электропневматических машин ударного действия, пневматических отбойных и бурильных молотков в угольной, горнорудной и строительной промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Терпигорев А. М., Демидов П. М., Протоdjяконов М. М. Горные машины для выемки пластовых полезных ископаемых. Углетехиздат, М. 1949.
2. Давиденков Н. Н. Динамические испытания металла. Госиздат, М.—Л., 1929.
3. Контроль машин и приборов для механических испытаний металлов (сборник инструкций и руководящих материалов). Металлургиздат, Москва, 1949.
4. Труды Горно-геолог. ин-та ЗСФАН, № 8, Новосибирск, 1950.
5. Доброборский С. И. Пневматический бурильный молоток. ОМ—506, Л., Углетехиздат, 1950.
6. Бучнев В. К. Буро-взрывные работы. Углетехиздат, 1950.